

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-48477

(P2004-48477A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H04M 3/00	H04M 3/00 E	5B046
G06F 17/50	G06F 17/50 650A	5K030
H04B 10/00	H04B 17/02 Z	5K042
H04B 10/16	H04L 12/24	5K051
H04B 10/17	H04B 9/00 J	5K102
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-204461 (P2002-204461)	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成14年7月12日 (2002.7.12)		富士通株式会社
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
		(74) 代理人	100075384
			弁理士 松本 昂
		(72) 発明者	川田 大
			神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9号 富士通ディジタル・テクノロジー株式会社内
		(72) 発明者	中嶋 一雄
			神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9号 富士通ディジタル・テクノロジー株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ネットワーク設計装置

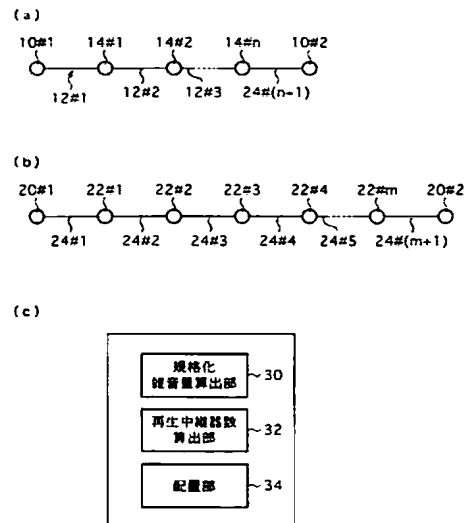
## (57) 【要約】

【課題】 WDM光伝送システムの効率のよいネットワーク設計手法を実行することのできるネットワーク設計装置を提供する。

【解決手段】 伝送システムネットワークを設計するネットワーク設計装置において、再生中継器を用いずに送信側端局と受信側端局間に線形中継器を配置し、受信側端局での受信信号の雑音が許容範囲となる最大数の線形中継器が配置されたときの伝送ネットワークモデルについての、セグメントの基準雑音量の全セグメントの総和に基づき、設計対象の各セグメントについての雑音量から各セグメントの規格化雑音量を算出する規格化雑音量算出部と、基準雑音量の総和、及び規格化雑音量の設計対象の全セグメントの総和に基づき、必要となる再生中継器の台数を算出する再生中継器算出部と、再生中継器の台数に基づいて、規格化雑音量の累積雑音量が均等になるように、再生中継器を配置する配置部とを具備して構成する。

【選択図】 図1

本発明の原理図



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 端局から第 2 端局までの間のそれぞれ決められた複数の位置に、信号増幅を行う線形中継器、並びに信号再生及び信号増幅を行う再生中継器を配置し、端局と線形中継器間のセグメント、線形中継器間のセグメント、及び線形中継器と再生中継器間のセグメントを光ファイバにより接続した伝送システムネットワークを設計するネットワーク設計装置において、

再生中継器を用いずに送信側端局と受信側端局間に線形中継器を配置し、これらの間を所定の光ファイバで接続したときの、受信側端局での受信信号の雑音が許容範囲となる最大数の線形中継器が配置されたときの伝送ネットワークモデルについての、送信側端局と線形中継器間のセグメント、線形中継器間のセグメント、及び線形中継器と受信側端局間のセグメントについての基準雑音量の全セグメントの総和に基づき、設計対象の各セグメントについての雑音量から各セグメントの規格化雑音量を算出する規格化雑音量算出部と、前記基準雑音量の総和、及び前記規格化雑音量の設計対象の全セグメントの総和に基づき、必要となる再生中継器の台数を算出する再生中継器算出部と、

前記再生中継器の台数に基づいて、第 1 端局と再生中継器間、再生中継器間及び第 2 端局と再生中継器間の規格化雑音量の累積雑音量が均等になるように、再生中継器を配置する配置部と、

を具備したことを特徴とするネットワーク設計装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 2】

前記配置部は、前記規格化雑音量の全セグメントの総和を前記必要となる再生中継器の台数に 1 加えた数で除算した値を規格化判定値とし、第 1 端局と再生中継器間及び再生中継器間の規格化雑音量の累積値が前記規格化判定値を超えない最大値となるよう再生中継器を配置することを特徴とする請求項 1 記載のネットワーク設計装置。

## 【請求項 3】

前記配置部は、前記規格化雑音量の全セグメントの総和を前記必要となる再生中継器の台数に 1 加えた数で除算した値を規格化判定値とし、第 1 端局と再生中継器間の規格化雑音量の累積値が前記規格化判定値を超えない最大値となるよう再生中継器を配置し、規格化判定値と当該累積値との差分を規格化雑音値に加えた値を規格化雑音値として用いて次の再生中継器を配置することを特徴とする請求項 1 記載のネットワーク設計装置。

## 【請求項 4】

光ファイバのタイプ、当該光ファイバに多重化される波長数、セグメント損失毎に、該当する規格化雑音量を記憶するデータベースを更に具備したことを特徴とする請求項 1 記載のネットワーク設計装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、WDM 光伝送システムのネットワーク設計装置に関し、特に、端局間の再生中継器の最適配置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

現在、急激なブロードバンド環境の普及に伴い、超長距離で且つ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化を実現する方式として、伝送路に変更を加えずに伝送容量を増大させることが可能である WDM 方式が急速に発展している。これに伴い、高い信頼性を持つ WDM 光伝送システムを効率良く設計することが必要とされている。WDM 光伝送システムは、端局及び端局間に配置された線形中継器（1R）又は再生中継器（3R）から構成される。線形中継器は、光信号の減衰を補償するべく受信光信号を所定利得で増幅するものである。再生中継器は、受信光信号を光電気変換、信号再生、再生信号増幅、及び電気光変換するものである。信号再生をするのは、信号増幅により雑音の主信号に混入し、この雑音が増幅されることにより対信号雑音比が劣化して受信側で再生不可となるこ

とを防止するためである。

【0003】

図16は従来のネットワーク設計フローチャートである。図17は従来の端局間の装置配置例を示す図である。図17に示すように、端局2#1、2#2の区間が7個のセグメント1～7に分割されている。セグメントは、端局2#1、2#2間に、予め決められた位置に配置される1R/3Rと端局2#1間、1R/3Rと端局2#2間、1R間、1Rと3R間をいう。ネットワーク設計とは、各セグメント損失より、セグメント $i$  ( $i=1\sim 7$ )の端のノード位置4# $i$  ( $i=1\sim 6$ )に1R/3Rを配置することをいう。セグメント損失が設計パラメータとなっているのは、セグメントでの光ファイバを通過する光信号の減衰量を補償するべく1R/3Rによりそのセグメント損失分だけ増幅するが、増幅により雑音の発生と雑音の増幅により光SNRが劣化するためである。即ち、セグメント損失量が信号再生の可否のファクタとなるからである。

10

【0004】

以下、図16及び図17を参照して、従来のネットワーク設計方法の説明をする。ステップS2において、セグメント1のノード受信位置4#1に仮再生中継器を配置する。仮再生中継器を配置した区間を仮3R区間という。ステップS4において、仮3R区間の着信光SNRを算出する。例えば、図17中の1回目示すように、送信側端局2#1は、光SNRが30.0dBで光信号を送出したとする。光SNRは主に光アンプの信号増幅時に混入する雑音に起因するものである。着信光SNRが23.8dBとなる。ステップS6において、着信光SNRが伝送可否判定値を超えているか否かを判定する。

20

【0005】

着信光SNRが伝送可否判定値を超えたならば、ステップS8に進む。伝送可否判定値を超えないならば、ステップS14に進む。1回目では、送信側端局の光SNRが30.0dB、着信光SNRが23.8dBであり、伝送可否判定値17.5dBよりも大きいので、ステップS8に進む。ステップS8において、前ノードが仮線形中継器ならば、正式に確定し、前ノードが送信側端局又は再生中継器ならば何もしない。1回目では、前ノードが送信側端局2#1なので、ここでは、何もしない。ステップS10において、現在のノード位置が受信側端局であるか否かを判定する。現在のノード位置が受信側端局であれば、終了する。

30

【0006】

現在のノード位置が受信側端局でなければ、ステップS12に進む。ステップS12において、現在のノードを仮線形中継器とし、ノード受信位置を次ノードに移す。ここでは、現在のノード4#1を仮線形中継器とし、次ノード4#2に移して、ステップS2に戻る。2回目では、ステップS2、S4において、現在のノード4#2に仮再生中継器を配置し、仮3R区間の着信光SNRを算出する。2回目では、現在のノード4#2の着信光SNRが21.4dBとなり、伝送可否判定値を超えているので、ステップS8において、前ノード4#1を線形中継器に正式に確定する。現在ノード4#2を仮線形中継器として、受信ノードを次ノード4#3に移して、ステップS2に戻る。

【0007】

3回目では、ステップS2、S4、S6において、現在のノード4#3に仮再生中継器を配置し、仮3R区間の着信光SNRを算出し、現在のノード4#3の着信光SNRが19.8dBとなり、伝送可否判定値を超えているので、前ノード4#2を線形中継器に正式に確定して、次ノード4#4に移して、ステップS2に戻る。4、5回目では、ステップS2、S4、S6において、現在のノード4#4、4#5に仮再生中継器を配置し、仮3R区間の着信光SNRを算出し、現在のノード4#4、4#5の着信光SNRが18.6dB、17.7dBとなり、伝送可否判定値を超えているので、前ノード4#3、4#4を線形中継器に正式に確定して、次ノード4#6に移して、ステップS2に戻る。

40

【0008】

6回目では、ステップS2、S4、S6において、現在のノード4#6に仮再生中継器を配置し、仮3R区間の着信光SNRを算出し、現在のノード4#6の着信光SNRが17

50

・ 0 dBとなり、伝送可否判定値を超えていないので、ステップS 1 4に進む。ステップS 1 4において、前ノードが仮線形中継器であるか否かを判定する。前ノードが仮線形中継器ならば、ステップS 1 6に進む。前ノードが仮線形中継器でなければ、ステップS 1 8に進む。

【0009】

6回目では、前ノード4 # 5が仮線形中継器であるので、ステップS 1 6に進む。ステップS 1 6において、前ノード4 # 5の仮線形中継器を再生中継器として確定するが、ノード受信位置は変更しない。7回目では、ノード4 # 5が再生中継器として配置されて、信号再生・増幅を行うので、ノード4 # 5が送信側端局2 # 1と同様の役割を果たし、1回目と同様の処理をして、現在のノード4 # 6を仮線形中継器とし、ノード受信位置を受信側端局2 # 2に移す。8回目では、前ノード4 # 6を線形中継器とし、ステップS 2 ~ S 1 0により、ノード4 # 6を線形中継器として正式に確定して、終了する。

10

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

従来のWDM光伝送システムのネットワーク設計を用いて再生中継器の配置位置を決定する場合、着信光SNRが伝送可否判定値より小さくなり伝送不可となるまで、再生中継器を配置しないため、極端に光SNRが高値の3R区間が生じる可能性がある。例えば、図に示すように、端局2 # 1 ~ ノード4 # 5の3R区間では、着信光SNRが17.7 dBであるのに対して、ノード4 # 5 ~ 端局2 # 2の3R区間では、着信光SNRが21.4 dBとなり、光SNRが極端に高値となる。

20

【0011】

このため、装置配置の適正の見地に即して言えば、伝送可否は保証されるが、光SNRのマージンがある3R区間とない3R区間が生じる可能性がある。この光SNRマージンがない3R区間においては、光SNRマージンがある3R区間と比較し、顧客が要求する光伝送システム設計区間においてその顧客データに多少の変更が発生した場合には、そのまのネットワーク設計を使用すると伝送特性劣化を招いた、最悪伝送不可となる場合があるため、これらに起因したメンテナンスに多大な費用が生じる可能性がある。これらの点を考慮すれば、極端に高値の光SNRである3R区間が生じるという従来のWDM光伝送システムのネットワーク設計は最適であるとは言えない。

30

【0012】

他方、装置配置の効率性を見地に即していえば、このような従来のネットワーク設計を使用した場合、着信光SNRの算出は非常に複雑なため、多大な時間と労力がかかってしまう。更に、従来のネットワーク設計結果から着信光SNRの均等化を試みたとしても、装置配置の再調整や着信光SNRの再計算がかなりの頻度で発生してしまうため、設計にかかるステップ数が多大なものになってしまう。これらの点から、従来のWDM光伝送システムのネットワーク設計手法は効率のよい設計が実行できない。

40

【0013】

本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、WDM光伝送システムの効率のよいネットワーク設計手法を実行することのできるネットワーク設計装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

図1(a) ~ (c)は本発明の原理図であり、図1(a)は伝送ネットワークモデルを示す図、図1(b)は設計対象伝送ネットワークを示す図、図1(c)は伝送ネットワーク設計装置の構成図である。図1に示すように、伝送ネットワークモデルは、ネットワーク設計をするためのネットワークモデルであり、送信側端局10 # 1, 受信側端局10 # 2間が(n+1)個のセグメント12 # 1 ~ 12 # (n+1)から成る。セグメント12 # i (i = 1 ~ n+1)の端14 # i (i = 1 ~ n)に線形中継器が配置される。nは受信側端局10 # 2での信号の雑音が許容範囲となる最大数である。

【0015】

50

セグメント 1 2 # i には、雑音量を示す基準雑音量が定義されている。一方、設計対象のネットワークでは、第 1 端局 2 0 # 1、第 2 端局 2 0 # 2、第 1 端局 2 0 # 1 と第 2 端局 2 0 # 2 間に線形中継器又は再生中継器のノード位置 2 2 # j ( $j = 1 \sim m$ ) 及びそのセグメント 2 4 # j ( $j = 1 \sim m + 1$ ) の雑音量が既知となっている。

#### 【0016】

規格化雑音量算出部 3 0 は、図 1 (a) に示す伝送ネットワークモデルにおける、セグメント 1 2 # i ( $i = 1 \sim n + 1$ ) についての基準雑音量の全セグメントについての総和に基づき、設計対象の各セグメント 2 4 # j ( $j = 1 \sim m + 1$ ) における雑音量から各セグメント 2 4 # i の規格化雑音量を算出する。再生中継器数算出部 3 2 は、セグメント 1 2 # i ( $i = 1 \sim n + 1$ ) についての基準雑音量の総和、及び規格化雑音量の設計対象の全セグメント 2 4 # j ( $j = 1 \sim m + 1$ ) の総和に基づき、必要となる再生中継器の台数を算出する。配置部 3 4 は、再生中継器の台数に基づいて、第 1 端局 2 0 # 1 と再生中継器間、再生中継器間及び第 2 端局と再生中継器間の規格化雑音量の累積雑音量が均等になるように、再生中継器を配置する。

10

#### 【0017】

このように、各 3 R 区間の光 S N R を均等化するので、各 3 R 区間において均一の光 S N R マージンを得ることができる。よって、光 S N R マージンがない場合と比較して設計変更に対する耐力が増し、光伝送システム設計区間のデータに多少の変更が発生したとしても、ネットワーク設計自体を変更する可能性を減少させることができる。更に、上記ネットワーク設計手法を用いて設計されたネットワークがすでに均等化されているため着信光 S N R を均等化するといった装置配置の再調整の必要がない。従って、ネットワーク設計に対する設計の工数を大きく削減することができる。

20

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

図 2 は本発明の実施形態によるネットワーク設計装置の構成図である。図 2 に示すように、ネットワーク設計装置は、パソコンやワークステーション等のコンピュータ 5 0 により実現されている。コンピュータ 5 0 は、キーボード 5 2 等の入力部、表示装置 5 4 等の出力部、プログラム 6 0 やデータベース 6 2 を記憶する記憶装置 5 6 及びプログラム 6 0 等を実行する C P U から成る処理部 5 8 から構成される。キーボード 5 2 はユーザよりネットワーク設計に係わるコマンド等を入力して、バス 5 9 を通して、処理部 5 8 に出力する。コマンドとしては、例えば、設計対象ネットワークのファイバタイプ、波長数、セグメント損失等の設計条件パラメータである。

30

#### 【0019】

プログラム 6 0 は、本発明のネットワーク設計方法が記述されたものである。データベース 6 2 は、ネットワーク設計を行うための規格化雑音量データベースである。図 3 は図 2 中のプログラム 6 0 の機能ブロック図である。図 3 に示すように、プログラム 6 0 は、入出力制御部 6 4、総規格化雑音量算出部 6 5、再生中継器数算出部 6 6、雑音量判定値算出部 6 7 及び配置部 6 8 より構成される。入出力制御部 6 4 は、ユーザとの間のマンマシンインタフェースを司る。

#### 【0020】

図 4 は図 2 中の規格化雑音量データベース 6 2 の構成図である。図 4 に示すように、規格化雑音量データベース 6 2 は規格化雑音量を算出するためのデータベースであり、規格化雑音量を決定するファクタとして、セグメントタイプ、波長数、セグメント損失により決まる。セグメントタイプとは、光ファイバの種類や伝送方式であり、S M F (Single Mode Fiber)、N Z - D S F (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber) 等である。

40

#### 【0021】

セグメントタイプにより光 S N R のマージンが異なるからである。波長数とは W D M 方式における光ファイバに多重化する光信号の波長数であり、波長数が多くなると、光 S N R に対するマージンが小さくなることから、波長数に応じて規格化雑音量を変化させる必要

50

があるからである。セグメント損失とは、セグメントでの損失量であり、損失分だけ信号増幅されることより、雑音が増大するからである。規格化雑音量とは、セグメントタイプ、波長数毎に再生中継器なしで伝送可能となる線形中継台数が最大である伝送ネットワークモデルにおけるセグメント損失量の総和に対するセグメント損失量の割合である。

#### 【0022】

図5は規格化雑音量の算出例を示す図である。ここでは、セグメントタイプSMF、波長数176、セグメント損失20dB、セグメント数5である場合を伝送ネットワークモデルとしている。2#1が送信側端局又は再生中継器、2#2が受信側端局又は再生中継器、4#2～4#5が線形中継器が配置されるノードである。再生中継器なしで伝送可能な雑音量がセグメント損失量（基準最大損失量）20dB×5＝100dBに相当量であり、このセグメント1～7までの全体の区間を基準として、雑音量の判定値を1.00とする。ここでは、セグメントの規格化雑音量＝セグメント損失／基準最大損失量で定義しており、図5に示すように、各セグメント1～5のセグメント損失が20dBであることより、各セグメントの規格化雑音量は20／100＝0.2である。

10

#### 【0023】

図6はセグメント損失減少時の規格化雑音量算出例を示す図である。セグメント区間が短い等の場合には、セグメント損失が小さくなる。例えば、図6に示すように、セグメント1では、セグメント損失15dB、セグメント2では、セグメント損失16dB、セグメント損失17dBである。再生中継器なしで伝送可能な最大セグメント損失とセグメント数が20dB×5スパンとすると、セグメント1、2、3の規格化雑音量は0.15（15／100）、0.16（16／100）、0.17（17／100）となる。このようにして算出された規格化雑音量がセグメントタイプ、波長数、セグメント損失毎に規格化雑音量データベース62に格納されている。

20

#### 【0024】

総規格化雑音量算出部65は次の機能を有する。端局間のネットワークを設計するとき、ユーザより、端局間のセグメントタイプ、波長数、セグメント数、及び端局間の各セグメント区間のセグメント損失が入力される。規格化雑音量データベース62を参照して、各セグメントの規格化雑音量を算出し、これらの総和を総規格化雑音量とする。

#### 【0025】

再生中継器数算出部66は伝送に必要な再生中継器数を次式（1）により算出する。

30

#### 【0026】

総規格化雑音量が正の整数でない場合、端局間に必要な再生中継器数＝総規格化雑音量／再生中継器なしで伝送可能となる雑音量判定値（1.00）を小数点以下切り捨てた値  

$$\dots (1)$$

総規格化雑音量が正の整数の場合、端局間に必要な再生中継器数＝総規格化雑音量－1  

$$\dots (2)$$

図7は所要再生中継器数の例を示す図である。図7に示すように、端局2#1、2#2間がセグメント1～4により構成されており、各セグメント1～4のセグメント損失量が20dBであるとき、規格化雑音量データベースより総規格化雑音量は0.20×4＝0.80となり、所要再生中継器数＝0.80／1.00（小数点切り捨て）＝0となり、再生中継器がこの端局2#1、2#2間では不必要である。

40

#### 【0027】

図8は所要再生中継器数の例を示す図である。図8に示すように、端局2#1、2#2間がセグメント1～7により構成されており、各セグメント1～7のセグメント損失量が20dBであるとき、規格化雑音量データベースより総規格化雑音量は0.20×7＝1.40、所要再生中継器数＝1.40／1.00（小数点切り捨て）＝1となる。

#### 【0028】

図9は所要再生中継器数の更に他の例を示す図である。図9に示すように、端局2#1、2#2間がセグメント1～10により構成されており、各セグメント1～10のセグメント損失量が20dBであるとき、規格化雑音量データベースより総規格化雑音量は0.2

50

$0 \times 10 = 2.00$ 、所要再生中継器数  $= 2.00 - 1.00 = 1$  となる。

【0029】

雑音量判定値算出部 67 は、各 3 R 区間に対して割り当てる雑音量判定値を次式 (2) により算出する。

【0030】

各 3 R 区間の雑音量判定値  $=$  総規格化雑音量  $\div$  (端局間に必要な再生中継器数  $+ 1$ )  
 $\dots (3)$

図 10 は各 3 R 区間に対する均等化された雑音量判定値の算出例を示す図である。図 10 に示すように、端局 2 # 1、2 # 2 間がセグメント 1 ~ 12 により構成されており、各セグメント 1 ~ 12 のセグメント損失量が 20 dB であるとき、規格化雑音量データベースより総規格化雑音量は  $0.20 \times 12 = 2.40$ 、所要再生中継器数  $= 2.40 \div 1.00$  (小数点切り捨て)  $= 2$ 、各 3 R 区間に対して割り当てる雑音量判定値  $= 2.40 \div (2 + 1) = 0.80$  となる。

10

【0031】

#### 第 1 実施形態

図 11 は本発明の第 1 実施形態によるネットワーク設計フローチャートである。図 12 は端局間の装置配置例を示す図である。ステップ S50 において、総規格化雑音量を算出する。ステップ S52 において、伝送に必要な再生中継器数を算出する。ステップ S54 において、各 3 区間における雑音量判定値を算出する。図 12 に示すように、端局 2 # 1、2 # 2 間がセグメント 1 ~ 12 により構成されており、各セグメント 1 ~ 12 のセグメント損失量が 20 dB であるとき、総規格化雑音量は  $0.20 \times 12 = 2.40$ 、規格化雑音量データベースより所要再生中継器数  $= 2.40 \div 1.00$  (小数点切り捨て)  $= 2$ 、各 3 R 区間に対して割り当てる雑音量 (雑音量判定値)  $= 2.40 \div (2 + 1) = 0.80$  となる。

20

【0032】

配置部 68 は、ステップ S56 ~ ステップ S70 の処理を行い、線形中継器 / 再生中継器を配置する。ステップ S56 において、ノード受信位置に仮再生中継器を配置して、仮 3 R 区間の規格化雑音量を累積する。例えば、ノード受信位置 4 # 1 に仮再生中継器を配置する。ステップ S58 において、規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えたか否かを判定する。規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えた場合、ステップ S60 に進み、規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えていない場合、ステップ S66 に進む。1 回目では、ノード受信位置 4 # 1 では、規格化雑音量の累積が 0.20 なので、雑音量判定値 0.80 を超えないので、ステップ S60 に進む。

30

【0033】

ステップ S60 において、前ノードが仮線形中継器ならば正式に確定し、前ノードが送信側端局又は再生中継器ならば何もしない。ここでは、ノード 4 # 1 の前ノードが送信側端局であるので何もしない。ステップ S62 において、現在のノード位置が受信側端局であるか否かを判定する。現在のノード位置が受信側端局であれば、終了する。現在のノード位置が受信側端局でなければ、ステップ S64 に進む。ステップ S64 において、現在のノード位置を仮線形中継器とし、ノード受信位置を次ノードに移して、ステップ S56 に戻る。例えば、ノード 4 # 1 を仮線形中継器とし、ノード受信位置をノード 4 # 2 に移して、ステップ S56 に戻る。ノード 4 # 2 については、規格化雑音量の累積値が 0.4 となるので、ステップ S60 において、前ノード 4 # 1 を正式に線形中継器として確定する。

40

【0034】

ステップ S64 において、現在のノード 4 # 2 を仮線形中継器とし、ノード受信位置を次ノード 4 # 3 に移して、ステップ S56 に戻る。ノード 4 # 3、4 # 4 についても同様であり、ノード 4 # 2、4 # 3 を線形中継器として確定し、ノード 4 # 3、4 # 4 を仮線形中継器とし、次ノード 4 # 5 に移して、ステップ S56 に戻る。ノード 4 # 5 については、規格化雑音量の累積値が 1.00 となり、規格化雑音量の累積値が雑音量判定値を超え

50

ているので、ステップ S 6 6 に進む。

#### 【0035】

ステップ S 6 6 において、前ノードが仮線形中継器であるか否かを判定する。前ノードが仮線形中継器ならば、ステップ S 6 8 に進む。前ノードが仮線形中継器でなければ、ステップ S 7 0 に進む。ここでは、前ノード 4 # 4 が仮線形中継器なので、ステップ S 6 8 に進む。ステップ S 6 8 において、前ノードの仮線形中継器を再生中継器として確定するが、ノード受信位置は変更せずに、ステップ S 5 6 に戻る。以下同様に、ノード 4 # 5 ~ 4 # 7 を線形中継器、ノード 4 # 8 を再生中継器、ノード 4 # 9 ~ 4 # 11 を線形中継器とする。以上のステップにより端局 2 # 1, 2 # 2 間に線形中継器/再生中継器が配置されるが、3 R 区間の規格化雑音量が、セグメント 1 ~ 4 では 0.80、セグメント 5 ~ 7 では 0.80、セグメント 8 ~ 12 では 0.80 となり 3 R 区間の規格化雑音量が均等化される。

10

#### 【0036】

図 1 3 は端局間に配置される再生中継器数が増加する例を示す図である。図 1 3 では、セグメント損失が 20 dB よりも小さい場合、例えば、1 個の 15 dB, 8 個の 16 dB, 1 個の 17 dB のセグメント損失を含んでいる。このような場合では、ノード 4 # 4, 4 # 8, 4 # 12 に再生中継器に配置する設計となり、最初に見積もった必要な再生中継器数 2 台よりも再生中継器が増加している。これは、3 R 区間に対して割り当てる雑音量判定値 (0.80) よりも 3 R 区間の累積雑音量が小さくなり、例えば、送信側端局 2 # 1 とノード 4 # 4 の 3 R 区間の累積雑音量が 0.76, ノード 4 # 4 とノード 4 # 8 の 3 R 区間の累積雑音量が 0.73, ノード 4 # 4 とノード 4 # 12 の 3 R 区間の累積雑音量が 0.72 となり、見積もった必要台数よりも設計した再生中継器の台数が多くなっている。

20

#### 【0037】

### 第 2 実施形態

図 1 4 は第 2 実施形態によるネットワーク設計フローチャートである。図 1 5 は端局間の装置配置例を示す図であり、設計条件は図 1 3 と同じである。ステップ S 1 5 0 において、総規格化雑音量を算出する。ステップ S 1 5 2 において、伝送に必要な再生中継器数を算出する。ステップ S 1 5 4 において、各 3 R 区間における雑音量判定値を算出する。図 1 5 に示すように、総規格化雑音量は 2.40、所要再生中継器数 =  $2.40 / 1.00$  (小数点切り捨て) = 2、各 3 R 区間に対して割り当てる雑音量 (雑音量判定値) =  $2.40 / (2 + 1) = 0.80$  となる。ノード受信位置 4 # 1 ~ 4 # 4 については、第 1 実施形態と同様であり、ノード 4 # 1 ~ 4 # 3 が線形中継器として確定し、ノード 4 # 4 が仮線形中継器として、ノード受信位置 4 # 5 についての処理を行う。

30

#### 【0038】

ノード受信位置 4 # 5 については、ステップ S 1 5 6 において、ノード受信位置に仮再生中継器を配置して、仮 3 R 区間の規格化雑音量を累積する。ここでは、累積規格化雑音量が 0.92 となる。ステップ S 1 5 8 において、規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えたか否かを判定する。規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えた場合、ステップ S 1 6 6 に進み、規格化雑音量の累積が雑音量判定値を超えていない場合、ステップ S 1 6 0 に進む。ノード受信位置 4 # 5 では、累積規格化雑音量が 0.92 なので、雑音量判定値 0.80 を超えるので、ステップ S 1 6 6 に進む。

40

#### 【0039】

ステップ S 1 6 6 において、前ノードが仮線形中継器であるか否かを判定する。前ノードが仮線形中継器ならば、ステップ S 1 6 8 に進む。前ノードが仮線形中継器でなければ、ステップ S 1 7 2 に進む。ここでは、前ノード 4 # 4 が仮線形中継器なので、ステップ S 1 6 8 に進む。ステップ S 1 6 8 において、前ノードの仮線形中継器を再生中継器として確定するが、ノード受信位置は変更しない。ステップ S 1 7 0 において、確定した 3 R 区間の雑音量判定値と累積規格化雑音量の差分を次 3 R 区間の雑音量判定値に繰り越す。ステップ S 1 5 6 に戻る。例えば、確定した 3 R 区間は、送信側端局 2 # 1 とノード 4 # 4 との区間であり、累積規格化雑音量は 0.76 であり、確定した 3 R 区間の雑音量判定値

50



と累積規格化雑音量の差分は  $0.80 - 0.76 = 0.04$  であることから、次雑音量判定値は、最初に計算した 3 R 区間における雑音量判定値  $0.80$  に差分  $0.04$  を加えた  $0.84$  となる。

【0040】

以下、受信ノード 4 # 5 ~ 4 # 7 は線形中継器として確定され、受信ノード 4 # 8 は仮線形中継器とする。受信ノード 4 # 9 について、ステップ S 156 において、受信ノード 4 # 9 を仮再生線形中継器として、セグメント 5 ~ 9 までの累積規格化雑音量が  $0.83$  となるが規格雑音量判定値  $0.84$  よりも小さいので、前ノード 4 # 8 を線形中継器として確定し、現在のノード 4 # 9 を仮線形中継器とし、ノード受信位置を次ノード 4 # 10 に移す。ノード 4 # 10 では、セグメント 5 ~ 10 までの累積規格化雑音量が  $0.99$  となり、規格化雑音量  $0.83$  よりも大きいので、ステップ S 166 ~ S 170 の処理をして、ノード 4 # 9 を再生中継器とし、次 3 R 区間の雑音量判定値を  $0.80 + 0.84 - 0.83 = 0.81$  にする。同様にして、セグメント 10 ~ 14 の累積規格化雑音量が  $0.81$  なので、ノード 4 # 10 ~ 4 # 14 に線形中継器を配置する。

10

【0041】

このように、規格化雑音量判定値と確定した 3 R 区間の累積規格化雑音量の差分の次 3 R 区間の雑音量判定値への繰り越しにより、配置された再生中継数が適正であることが分かる。

【0042】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、セグメントタイプ、セグメント損失、及び波長数に応じて各ノードで発生する雑音量と伝送可能な雑音量を予め規格化して伝送可否判定を実施することにより、様々なネットワーク情報に対して容易かつ迅速にネットワーク設計を施すことが可能になるため、実用的には極めて有用である。更に、本発明により、WDM 光伝送システムのメンテナンス費用、ネットワーク設計の工数削減による大幅なコストダウンを実現することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理図である。

【図 2】本発明の実施形態によるネットワーク設計装置を示す図である。

【図 3】図 2 中のプログラムの機能ブロック図である。

30

【図 4】図 2 中の規格化雑音量データベースを示す図である。

【図 5】規格化雑音量の算出例を示す図である。

【図 6】セグメント損失減少時規格化雑音量を示す図である。

【図 7】所要再生中継器数算出例を示す図である。

【図 8】所要再生中継器数算出例を示す図である。

【図 9】所要再生中継器数算出例を示す図である。

【図 10】3 R 区間の雑音量判定値を示す図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態によるネットワーク設計フローチャートである。

【図 12】端局間の装置配置例を示す図である。

【図 13】端局間に配置される再生中継器数が増加する例を示す図である。

40

【図 14】本発明の第 2 実施形態によるネットワーク設計フローチャートである。

【図 15】端局間の装置配置例を示す図である。

【図 16】従来のネットワーク設計フローチャートである。

【図 17】従来の端局間の装置配置例を示す図である。

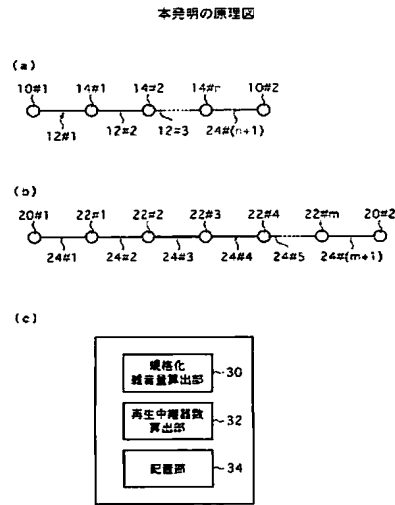
【符号の説明】

30 規格雑音量算出部

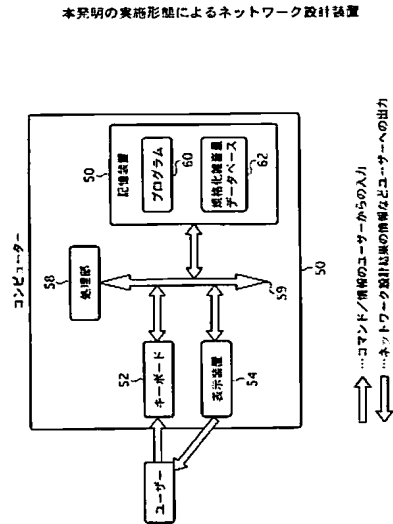
32 再生中継器数算出部

34 配置部

【 図 1 】

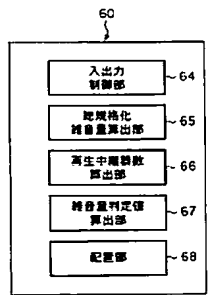


【 図 2 】



【 図 3 】

図 2 中のプログラムの機能ブロック図



【 図 4 】

図 2 中の規格化雑音量データベース

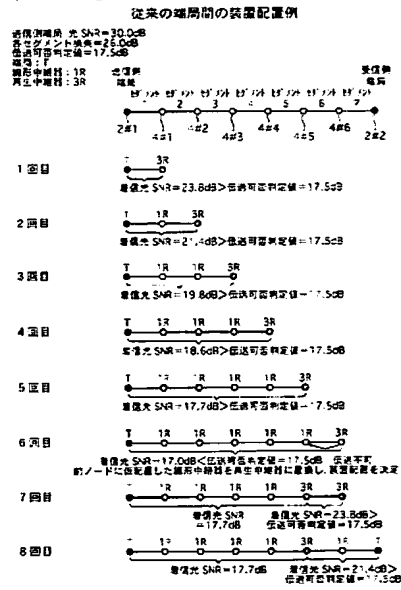
セグメントタイプ	遊長数	セグメント損失	規格化雑音量
SMF	176	15	0.150
		16	0.160
		17	0.170
		.	.
		20	0.200
	88	.	.
		.	.
		44	.
		.	.
		.	.
NZ-DSF	176	15	0.130
		16	0.140
		17	0.150
		.	.
		20	0.180
	88	.	.
		.	.
		44	.
		.	.
		.	.







【図 17】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> F I テーマコード (参考)  
H O 4 B 17/02 H O 4 B 9/00 Z  
H O 4 L 12/24

(72)発明者 山根 一雄  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 岡野 悟  
北海道札幌市北区北七条西四丁目 3 番地 1 富士通東日本デジタル・テクノロジー株式会社内

(72)発明者 谷口 美和  
神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

F ターム(参考) 5B046 AA00  
5K030 CA11 JA10 JL03 MD07  
5K042 CA10 CA11 CA12 CA15 DA13 EA13  
5K051 AA10 DD11  
5K102 AA01 AA02 AA10 AD01 MA03

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-048477

(43)Date of publication of application : 12.02.2004

(51)Int.Cl. H04M 3/00  
 G06F 17/50  
 H04B 10/00  
 H04B 10/16  
 H04B 10/17  
 H04B 17/02  
 H04L 12/24

(21)Application number : 2002-204461

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 12.07.2002

(72)Inventor : KAWADA MASARU

NAKAJIMA KAZUO

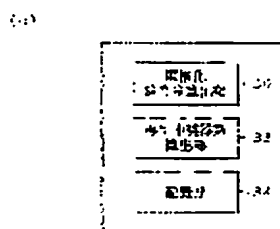
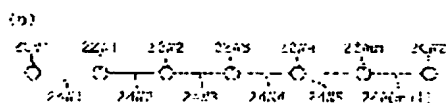
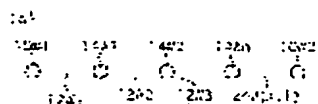
YAMANE KAZUO

OKANO SATORU

TANIGUCHI YOSHIKAZU

## (54) NETWORK DESIGNING APPARATUS

本発明の構成図



## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a network designing apparatus for performing an efficient network designing technique for a WDM (wavelength division multiplex) optical transmission system.

SOLUTION: A network designing apparatus for designing a transmission system network comprises a standardized noise quantity calculation part for calculating standardized noise quantity of each segment from a noise quantity of each segment of a design target, based on a total sum of whole segments of a reference noise quantities of segments in a transmission network model, in which linear relays are arranged between a transmission side terminal station and a reception side terminal station and in which the maximum number of linear relays to bring a noise in a received signal at the reception side terminal station into an acceptable range; a reproducing relay calculation part for calculating the number of

necessary reproducing relays based on the total sum of the reference noise quantities and the total sum of the normalized noise quantities of the whole segments of the designing target; and an arrangement part for



arranging the reproducing relays so as to equalize a cumulative noise quantity of the normalized noise quantities based on the number of the reproducing relays.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the network-design equipment which designs the transmission system network which has arranged the linear repeater which performs signal magnification, and the regenerative repeater which performs signal regeneration and signal magnification in a list in two or more locations where from the 1st terminal office before the 2nd terminal office was decided, respectively, and connected the segment between the terminal office and a linear repeater, the segment between linear repeaters, and the segment between a linear repeater and a regenerative repeater to them with the optical fiber,

A linear repeater is arranged between the transmitting-side terminal office and the receiving-side terminal office, without using a regenerative repeater. About a transmission network model when the linear repeater of the maximum number with which the noise of the input signal in the receiving-side terminal office when

connecting between these with a predetermined optical fiber serves as tolerance has been arranged The segment between the transmitting-side terminal office and a linear repeater, the segment between linear repeaters, And a linear repeater and the amount calculation section of standardization noises which computes the amount of standardization noises of each segment from the amount of noises about each segment for a design based on total of all the segments of the amount of reference noises about the segment between the receiving-side terminal offices,

The regenerative-repeater calculation section which computes the number of a needed regenerative repeater based on total of said amount of reference noises, and total of all the segments for [ of said amount of standardization noises ] a design,

The arrangement section which arranges a regenerative repeater based on the number of said regenerative repeater so that the amount of accumulation noises of the amount of standardization noises between the 1st terminal office and a regenerative repeater, between regenerative repeaters, and between the 2nd terminal office and a regenerative repeater may become equal,

Network-design equipment characterized by providing.

[Claim 2]

Said arrangement section is network-design equipment according to claim 1 which makes the value which did the division by the added number a standardization decision value, and is characterized by arranging a regenerative repeater so that it may become the maximum to which the accumulation value of the amount of standardization noises between the 1st terminal office and a regenerative repeater and between regenerative repeaters does not exceed said standardization decision value one to the number of said needed regenerative repeater about total of all the segments of said amount of standardization noises.

[Claim 3]

Said arrangement section makes the value which did the division of the total of all the segments of said amount of standardization noises by the number added to the number of said needed regenerative repeater one a standardization decision value. A regenerative repeater is arranged so that it may become the 1st terminal office and the maximum to which the accumulation value of the amount of standardization noises between regenerative repeaters does not exceed said standardization decision value. Network-design equipment according to claim 1 characterized by arranging the following regenerative repeater, using the value which added the difference of a standardization decision value and the accumulation value concerned to the standardization noise figure as a standardization noise figure.

[Claim 4]

Network-design equipment according to claim 1 characterized by providing further the database which memorizes the corresponding amount of standardization noises for every type of an optical fiber, number of wavelength multiplexed by the optical fiber concerned, and segment loss.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

## [Field of the Invention]

Especially this invention relates to the optimal arrangement of the regenerative repeater between the terminal offices about the network-design equipment of a WDM lightwave transmission system.

[0002]

## [Description of the Prior Art]

Super-long-distance and mass optical-communication equipment is demanded with the spread of current and rapid broadband environments. As a method which realizes this large capacity-ization, the WDM method which can increase transmission capacity, without adding modification has developed into the transmission line quickly. To design efficiently a WDM lightwave transmission system with high dependability in connection with this is needed. A WDM lightwave transmission system consists of the linear repeaters (1R) or regenerative repeaters (3R) which have been arranged between the terminal offices. A linear repeater amplifies a receiving lightwave signal by Sadatoshi Tokoro profit so that it may compensate attenuation of a lightwave signal. Regenerative repeaters are photoelectricity conversion, signal regeneration, and a thing that amplifies [ regenerative-signal-] and changes [ light / electric /-] about a receiving lightwave signal. It is for preventing that a noise mixes in the main signal by signal magnification, opposite signal to noise ratio deteriorates by amplifying this noise, and it becomes impossible by the receiving side to reproduce to carry out signal regeneration.

[0003]

Drawing 16 is the conventional network design flow chart. Drawing 17 is drawing showing the example of equipment arrangement between the conventional terminal offices. As shown in drawing 17 , the terminal office 2#1 and the section of 2#2 are divided into seven segments 1-7. A segment says between 1R and 3R between 1R between 1R/3R and the terminal office 2#2 between 1R/3R arranged in the location beforehand decided between the terminal office 2#1 and 2#2, and the terminal office 2#1. A network design says arranging 1R/3R to node location 4#i (i=1-6) of the edge of Segment i (i=1-7) from each segment loss. Segment loss serves as a design parameter for Light SNR deteriorating by generating of a noise, and magnification of a noise by magnification, although it amplifies by the segment loss by 1R/3R in order to compensate the magnitude of attenuation of a lightwave signal which passes the optical fiber in a segment. That is, it is because the amount of segment loss serves as a factor of the propriety of signal regeneration.

[0004]

Hereafter, the conventional network-design approach is explained with reference to drawing 16 and drawing 17 . In step S2, a temporary regenerative repeater is arranged in the node receiving location 4#1 of a segment 1. The section which has arranged the temporary regenerative repeater is called temporary 3R section. In step S4, the arrival-of-the-mail light SNR of the temporary 3R section is computed. For example, as shown in the 1st time in drawing 17 , the transmitting-side terminal office 2#1 presupposes that Light SNR sent out the lightwave signal by 30.0dB. Light SNR originates in the noise mainly mixed at the time of signal magnification of optical amplifier. The arrival-of-the-mail light SNR is set to 23.8dB. In step S6, it judges whether the arrival-of-the-mail light SNR is over the transmission propriety decision value.

[0005]

If the arrival-of-the-mail light SNR exceeds a transmission propriety decision value, it will progress to step S8. If a transmission propriety decision value is not exceeded, it will progress to step S14. In the 1st time,

the light SNR of the transmitting-side terminal office is 30.0dB, and the arrival-of-the-mail light SNR is 23.8dB, and since it is larger than the transmission propriety decision value of 17.5dB, it progresses to step S8. In step S8, if a front node is a temporary track form repeater, it will decide to a forward type, and if a front node is the transmitting-side terminal office or a regenerative repeater, nothing will be done. In the 1st time, since a front node is the transmitting-side terminal office 2#1, nothing is done here. In step S10, a current node location is the receiving-side terminal office, or non-C is judged. It will end, if a current node location is the receiving-side terminal office.

[0006]

If a current node location is not the receiving-side terminal office, it will progress to step S12. In step S12, a current node is used as a temporary track form repeater, and a node receiving location is moved to degree node. Here, the current node 4#1 is used as a temporary track form repeater, and it moves to degree node 4#2, and returns to step S2. In the 2nd time, in step S2 and S4, a temporary regenerative repeater is arranged to the current node 4#2, and the arrival-of-the-mail light SNR of the temporary 3R section is computed. In the 2nd time, since the arrival-of-the-mail light SNR of the current node 4#2 was set to 21.4dB and is over the transmission propriety decision value, in step S8, the front node 4#1 is decided to a linear repeater at a forward type. A receiving node is moved to degree node 4#3 by using the current node 4#2 as a temporary track form repeater, and it returns to step S2.

[0007]

In the 3rd time, in step S2, S4, and S6, since the temporary regenerative repeater has been arranged to the current node 4#3, the arrival-of-the-mail light SNR of the temporary 3R section was computed, the arrival-of-the-mail light SNR of the current node 4#3 was set to 19.8dB and it is over the transmission propriety decision value, the front node 4#2 is decided to a linear repeater at a forward type, and it moves to degree node 4#4, and returns to step S2. In the 4 or 5th time, a temporary regenerative repeater is arranged to the current node 4#4 and 4#5 in step S2, S4, and S6. Since the arrival-of-the-mail light SNR of the temporary 3R section was computed, the current node 4#4 and the arrival-of-the-mail light SNR of 4#5 were set to 18.6dB and 17.7dB and it is over the transmission propriety decision value, the front node 4#3 and 4#4 are decided to a linear repeater at a forward type, and it moves to degree node 4#6, and returns to step S2.

[0008]

In the 6th time, in step S2, S4, and S6, since a temporary regenerative repeater is arranged to the current node 4#6, the arrival-of-the-mail light SNR of the temporary 3R section is computed, the arrival-of-the-mail light SNR of the current node 4#6 is set to 17.0dB and it is not over the transmission propriety decision value, it progresses to step S14. In step S14, it judges whether a front node is a temporary track form repeater. If a front node is a temporary track form repeater, it will progress to step S16. If a front node is not a temporary track form repeater, it will progress to step S18.

[0009]

In the 6th time, since the front node 4#5 is a temporary track form repeater, it progresses to step S16. In step S16, although the temporary track form repeater of the front node 4#5 is decided as a regenerative repeater, a node receiving location is not changed. In the 7th time, since a node 4#5 is arranged as a regenerative repeater and performs signal regeneration and magnification, a node 4#5 plays the same role as

the transmitting-side terminal office 2#1, carries out the same processing as the 1st time, uses the current node 4#6 as a temporary track form repeater, and moves a node receiving location to the receiving-side terminal office 2#2. In the 8th time, the front node 4#6 is used as a linear repeater, and by steps S2-S10, a node 4#6 is decided to a forward type as a linear repeater, and it ends.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

Since a regenerative repeater is not arranged until the arrival-of-the-mail light SNR becomes small and it becomes impossible from a transmission propriety decision value to transmit it when determining the arrangement location of a regenerative repeater using the network design of the conventional WDM lightwave transmission system, Light SNR may arise [ 3R sections of a high price ] extremely. For example, as shown in drawing, in 3R sections of the terminal office 2#1 - a node 4#5, to the arrival-of-the-mail light SNR being 17.7dB, the arrival-of-the-mail light SNR is set to 21.4dB, and Light SNR serves as a high price extremely in 3R sections of a node 4#5 - the terminal office 2#2.

[0011]

For this reason, although transmission propriety will be guaranteed if it is based on the proper standpoint of equipment arrangement and says, 3R sections with the margin of Light SNR and 3R sections which are not may be generated. In 3R sections without this optical SNR margin, since worst transmitting [ which caused transmission characteristic degradation ] may become impossible if the network design of that \*\* is used when some modification occurs to that customer data in the lightwave transmission system road section designed by same standard which a customer demands as compared with 3R sections with an optical SNR margin, great costs may arise in the maintenance resulting from these. If these points are taken into consideration, it cannot be said that the network design of the conventional WDM lightwave transmission system that 3R sections which are the light SNR of a high price extremely are generated is the optimal.

[0012]

On the other hand, when it was based on the standpoint of the efficiency of equipment arrangement, are said and such a conventional network design is used, since calculation of the arrival-of-the-mail light SNR is very complicated, it will require great time amount and a great effort. Furthermore, since readjustment of equipment arrangement and the re-calculation of the arrival-of-the-mail light SNR occur by remarkable frequency even if it tries equalization of the arrival-of-the-mail light SNR from the conventional network-design result, the number of steps concerning a design will become great. From these points, the network-design technique of the conventional WDM lightwave transmission system cannot perform an efficient design.

[0013]

This invention is made in view of the above, and aims at offering the network-design equipment which can perform the network-design technique so that it may be the effectiveness of a WDM lightwave transmission system.

[0014]

[Means for Solving the Problem]

Drawing 1 (a) - (c) is the principle Fig. of this invention, and drawing in which drawing 1 (a) shows a transmission network model, drawing in which drawing 1 (b) shows the transmission network for a design, and

drawing 1 (c) are the block diagrams of transmission network-design equipment. As shown in drawing 1, a transmission network model is a network model for carrying out a network design, and between the transmitting-side terminal office 10#1 and the receiving-side terminal office 10#2 consists of segment 12#1-12#(n+1) of an individual (n+1). A linear repeater is arranged at edge 14#[ of segment 12#i (i= 1 to n+1) ] i (i=1-n). n is the maximum number from which the noise of the signal in the receiving-side terminal office 10#2 serves as tolerance.

[0015]

The amount of reference noises which shows the amount of noises is defined as segment 12#i. On the other hand, in the network for a design, the amount of noises of node location 22#j (j=1-m) of a linear repeater or a regenerative repeater and its segment 24#j (j= 1 to m+1) serves as known between the 1st terminal office 20#1, the 2nd terminal office 20#2, the 1st terminal office 20#1, and the 2nd terminal office 20#2.

[0016]

The amount calculation section 30 of standardization noises computes the amount of standardization noises of each segment 24#i based on the total about all the segments of the amount of reference noises in the transmission network model shown in drawing 1 (a) to segment 12#i (i= 1 to n+1) Attach from the amount of noises in each segment 24#j for a design (j= 1 to m+1). The number calculation section 32 of regenerative repeaters computes the number of a needed regenerative repeater based on total of the amount of reference noises about segment 12#i (i= 1 to n+1), and total of all segment 24#j for [ of the amount of standardization noises ] a design (j= 1 to m+1). Based on the number of a regenerative repeater, the arrangement section 34 arranges a regenerative repeater so that the amount of accumulation noises of the amount of standardization noises between the 1st terminal office 20#1 and a regenerative repeater, between regenerative repeaters, and between the 2nd terminal office and a regenerative repeater may become equal.

[0017]

Thus, since the light SNR of each 3R section is equated, the optical SNR margin of homogeneity can be obtained in each 3R section. Therefore, even if some modification occurs as compared with the case where there is no optical SNR margin, to the data of the increase of proof stress over a design change, and a lightwave transmission system road section designed by same standard, possibility of changing the network design itself can be decreased. Furthermore, since the network designed using the above-mentioned network-design technique is already equated, there is no need for readjustment of equipment arrangement of equating the arrival-of-the-mail light SNR. Therefore, the man day of a design to a network design is greatly reducible.

[0018]

[Embodiment of the Invention]

Drawing 2 is the block diagram of the network-design equipment by the operation gestalt of this invention. As shown in drawing 2, network-design equipment is realized by the computers 50, such as a personal computer and a workstation. A computer 50 consists of the processing sections 58 which consist of CPU which performs the storage 56 and the program 60 grade which memorize the input section of keyboard 52 grade, the output section of indicating-equipment 54 grade, and a program 60 and a database 62. From a user, a keyboard 52 inputs the command concerning a network design etc., lets a bus 59 pass, and outputs it to the processing section 58. As a command, they are design condition parameters, such as a fiber type of

the network for a design, the number of wavelength, and segment loss, for example.

[0019]

As for a program 60, the network-design approach of this invention is described. A database 62 is the amount database of standardization noises for performing a network design. Drawing 3 is the functional block diagram of the program 60 in drawing 2. As shown in drawing 3, a program 60 consists of I/O control unit 64, the total amount calculation section 65 of standardization noises, the number calculation section 66 of regenerative repeaters, the amount decision value calculation section 67 of noises, and the arrangement section 68. I/O control unit 64 manages the man machine interface between users.

[0020]

Drawing 4 is the block diagram of the amount database 62 of standardization noises in drawing 2. As shown in drawing 4, the amount database 62 of standardization noises is a database for computing the amount of standardization noises, and is decided by the segment type, the number of wavelength, and segment loss as a factor which determines the amount of standardization noises. A segment type is the class and transmission system of an optical fiber, and are SMF (Single Mode Fiber), NZ-DSF (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber), etc.

[0021]

It is because the margin of Light SNR changes with segment types. The number of wavelength is the number of wavelength of the lightwave signal multiplexed to the optical fiber in a WDM method, and when the number of wavelength increases, since the margin to Light SNR becomes small, it is because it is necessary to change the amount of standardization noises according to the number of wavelength. Segment loss is the amount of loss in a segment, and is because a noise increases from signal magnification being carried out a lost part. the transmission network model whose number of the linearity B boards from which transmission of the amount of standardization noises is attained [ having no regenerative repeater and ] for every segment type and number of wavelength is max -- the amount of segment loss to total of the amount of segment loss to kick comes out comparatively.

[0022]

Drawing 5 is drawing showing the example of calculation of the amount of standardization noises. Here, the case where they are a segment type SMF, 176 wavelength, 20dB of segment loss, and five segments is made into the transmission network model. It is the node by which the transmitting-side terminal office or a regenerative repeater, and 2#2 are arranged for 2#1, and a linear repeater is arranged for the receiving-side terminal office or a regenerative repeater, and 4#2 to 4#5. The amount of noises which can be transmitted [ having no regenerative repeater and ] is a considerable amount, and sets the decision value of the amount of noises to 1.00 at amount of segment loss (amount of the criteria maximum loss)  $20\text{dB} \times 5 = 100\text{dB}$  on the basis of the section to [ whole ] these segments 1-7. As it defines by amount of standardization noises = segment loss / the amount of the criteria maximum loss of a segment and is here shown in drawing 5, the amounts of standardization noises of each segment are  $20 / 100 = 0.2$  from segment loss of each segments 1-5 being 20dB.

[0023]

Drawing 6 is drawing showing the example of the amount calculation of standardization noises at the time of segment loss reduction. In cases, like the segment section is short, segment loss becomes small. For

example, as shown in drawing 6 , in a segment 1, they are 16dB of segment loss, and 17dB of segment loss at 15dB of segment loss, and a segment 2. If the maximum segment loss and the number of segments which can be transmitted [ having no regenerative repeater and ] consider as 20dBx5 span, the amount of standardization noises of segments 1, 2, and 3 will be set to 0.15 (15/100), 0.16 (16/100), and 0.17 (17/100). Thus, the computed amount of standardization noises is stored in the amount database 62 of standardization noises for every segment type, number of wavelength, and segment loss.

[0024]

The total amount calculation section 65 of standardization noises has the following function. When designing the network between the terminal offices, segment loss of the segment type between the terminal offices, the number of wavelength, the number of segments, and each segment section between the terminal offices is inputted by the user. With reference to the amount database 62 of standardization noises, the amount of standardization noises of each segment is computed, and let these total be the total amounts of standardization noises.

[0025]

The number calculation section 66 of regenerative repeaters computes the number of regenerative repeaters required for transmission by the degree type (1).

[0026]

Value which omitted the amount decision value (1.00) of noises whose transmission is attained [ having no the number of regenerative repeaters = total amount of standardization noises / regenerative repeater required between the terminal offices, and ] below decimal point when the total amount of standardization noises was not a positive integer .. (1)

When the total amount of standardization noises is a positive integer, it is the number of regenerative repeaters = total amount of standardization noises required between the terminal offices. - 1 .. (2)

Drawing 7 is drawing showing the example of the number of necessary regenerative repeaters. the time of between the terminal office 2#1 and 2#2 being constituted by segments 1-4, and the amount of segment loss of each segments 1-4 being 20dB, as shown in drawing 7 -- the amount database of standardization noises -- the total amount of standardization noises --  $0.20 \times 4 = 0.80$  -- becoming -- the number of necessary regenerative repeaters -- it is set to  $= 0.80 / 1.00(\text{decimal point cut-off}) = 0$ , and a regenerative repeater is unnecessary between this terminal office 2#1 and 2#2.

[0027]

Drawing 8 is drawing showing the example of the number of necessary regenerative repeaters. the time of between the terminal office 2#1 and 2#2 being constituted by segments 1-7, and the amount of segment loss of each segments 1-7 being 20dB, as shown in drawing 8 -- the amount database of standardization noises -- the total amount of standardization noises --  $0.20 \times 7 = 1.40$  and the number of necessary regenerative repeaters -- it is set to  $= 1.40 / 1.00(\text{decimal point cut-off}) = 1$ .

[0028]

Drawing 9 is drawing showing the example of further others of the number of necessary regenerative repeaters. As shown in drawing 9 , between the terminal office 2#1 and 2#2 is constituted by segments 1-10, and when the amount of segment loss of each segments 1-10 is 20dB, the total amount of standardization noises is set to  $0.20 \times 10 = 2.00$  and necessary regenerative-repeater number  $= 2.00 - 1.00 = 1$  from the amount



database of standardization noises.

[0029]

The amount decision value calculation section 67 of noises computes the amount decision value of noises assigned to each 3R section by the degree type (2).

[0030]

The amount decision value of noises of each 3R section = total amount of standardization noises/(+one regenerative repeater required between the terminal offices) ... (3)

Drawing 10 is drawing showing the example of calculation of the equated amount decision value of noises over each 3R section. the time of between the terminal office 2#1 and 2#2 being constituted by segments 1-12, and the amount of segment loss of each segments 1-12 being 20dB, as shown in drawing 10 -- the amount database of standardization noises -- the total amount of standardization noises --  $0.20 \times 12 = 2.40$  and the number of necessary regenerative repeaters --  $= 2.40 / 1.00(\text{decimal point cut-off}) = 2$ , and every -- it is set to amount decision value = of noises  $2.40 / (2+1) = 0.80$  assigned to 3R sections.

[0031]

The 1st operation gestalt

Drawing 11 is a network design flow chart by the 1st operation gestalt of this invention. Drawing 12 is drawing showing the example of equipment arrangement between the terminal offices. The total amount of standardization noises is computed in step S50. In step S52, the number of regenerative repeaters required for transmission is computed. In step S54, the amount decision value of noises in the three sections each is computed. As shown in drawing 12, when between the terminal office 2#1 and 2#2 is constituted by segments 1-12 and the amount of segment loss of each segments 1-12 is 20dB, the total amount of standardization noises --  $0.20 \times 12 = 2.40$  and the amount database of standardization noises -- the number of necessary regenerative repeaters --  $= 2.40 / 1.00(\text{decimal point cut-off}) = 2$ , and every -- it is set to amount (amount decision value of noises) = of noises  $2.40 / (2+1) = 0.80$  assigned to 3R sections.

[0032]

The arrangement section 68 processes step S56 - step S70, and arranges a linear repeater/regenerative repeater. In step S56, a temporary regenerative repeater is arranged in a node receiving location, and the amount of standardization noises of the temporary 3R section is accumulated. For example, a temporary regenerative repeater is arranged in the node receiving location 4#1. In step S58, it judges whether accumulation of the amount of standardization noises exceeded the amount decision value of noises. When accumulation of the amount of standardization noises exceeds the amount decision value of noises, it progresses to step S60, and when accumulation of the amount of standardization noises is not over the amount decision value of noises, it progresses to step S66. In the 1st time, in the node receiving location 4#1, since accumulation of the amount of standardization noises is 0.20 and the amount decision value 0.80 of noises is not exceeded, it progresses to step S60.

[0033]

In step S60, if a front node is a temporary track form repeater, it will decide to a forward type, and if a front node is the transmitting-side terminal office or a regenerative repeater, nothing will be done. Here, since the front node of a node 4#1 is the transmitting-side terminal office, nothing is done. In step S62, it judges whether a current node location is the receiving-side terminal office. It will end, if a current node location is

the receiving-side terminal office. If a current node location is not the receiving-side terminal office, it will progress to step S64. In step S64, a current node location is used as a temporary track form repeater, a node receiving location is moved to degree node, and it returns to step S56. For example, a node 4#1 is used as a temporary track form repeater, a node receiving location is moved to a node 4#2, and it returns to step S56. Since the accumulation value of the amount of standardization noises is set to 0.4 about a node 4#2, in step S60, the front node 4#1 is decided as a linear repeater to a forward type.

[0034]

In step S64, the current node 4#2 is used as a temporary track form repeater, a node receiving location is moved to degree node 4#3, and it returns to step S56. The same is said of a node 4#3 and 4#4, a node 4#2 and 4#3 are decided as a linear repeater, a node 4#3 and 4#4 are used as a temporary track form repeater, and it moves to degree node 4#5, and returns to step S56. Since the accumulation value of the amount of standardization noises was set to 1.00 and the accumulation value of the amount of standardization noises is over the amount decision value of noises about the node 4#5, it progresses to step S66.

[0035]

In step S66, it judges whether a front node is a temporary track form repeater. If a front node is a temporary track form repeater, it will progress to step S68. If a front node is not a temporary track form repeater, it will progress to step S70. Here, since the front node 4#4 is a temporary track form repeater, it progresses to step S68. In step S68, although the temporary track form repeater of a front node is decided as a regenerative repeater, a node receiving location returns to step S56, without changing. Like the following, let a linear repeater and a node 4#8 as a regenerative repeater, and let a node 4#9 to 4#11 be a linear repeater for a node 4#5 to 4#7. Although a linear repeater/regenerative repeater is arranged by the above step between the terminal office 2#1 and 2#2, by segments 1-4, the amount of standardization noises of 3R sections is set to 0.80 by 0.80 and segments 5-7, and is set to 0.80 by segments 8-12, and the amount of standardization noises of 3R sections is equated.

[0036]

Drawing 13 is drawing showing the example which the number of regenerative repeaters arranged between the terminal offices increases. In drawing 13, when segment loss is smaller than 20dB, one segment loss of 15dB, 16dB of eight pieces, and 1dB [ 17 ] is included. In such a case, it becomes the design arranged to a regenerative repeater, and the regenerative repeater is increasing from two required regeneration numbers estimated first to a node 4#4, 4#8, and 4#12. The amount of accumulation noises of 3R sections becomes small rather than the amount decision value (0.80) of noises which assigns this to 3R sections. For example, the amount of accumulation noises of 3R sections of 0.73, a node 4#4, and a node 4#12 is set [ the amount of accumulation noises of 3R sections of the transmitting-side terminal office 2#1 and a node 4#4 ] to 0.72 by the amount of accumulation noises of 3R sections of 0.76, a node 4#4, and a node 4#8. The number of the regenerative repeater designed rather than the estimated number of the need has increased.

[0037]

The 2nd operation gestalt

Drawing 14 is a network design flow chart by the 2nd operation gestalt. Drawing 15 is drawing showing the example of equipment arrangement between the terminal offices, and the design condition is the same as drawing 13. The total amount of standardization noises is computed in step S150. In step S152, the number

of regenerative repeaters required for transmission is computed. In step S154, the amount decision value of noises in each 3R section is computed. It is shown in drawing 15 -- as -- the total amount of standardization noises -- 2.40 and the number of necessary regenerative repeaters --  $=2.40 / 1.00(\text{decimal point cut-off}) = 2$ , and every -- it is set to amount (amount decision value of noises)  $= \text{of noises} 2.40 / (2+1) = 0.80$  assigned to 3R sections. About the node receiving location 4#1 to 4#4, it is the same as that of the 1st operation gestalt, a node 4#1 to 4#3 is decided as a linear repeater, and a node 4#4 performs processing about the node receiving location 4#5 as a temporary track form repeater.

[0038]

About the node receiving location 4#5, in step S156, a temporary regenerative repeater is arranged in a node receiving location, and the amount of standardization noises of the temporary 3R section is accumulated. Here, the amount of accumulation standardization noises is set to 0.92. In step S158, it judges whether accumulation of the amount of standardization noises exceeded the amount decision value of noises. When accumulation of the amount of standardization noises exceeds the amount decision value of noises, it progresses to step S166, and when accumulation of the amount of standardization noises is not over the amount decision value of noises, it progresses to step S160. In the node receiving location 4#5, since the amount of accumulation standardization noises is 0.92 and the amount decision value 0.80 of noises is exceeded, it progresses to step S166.

[0039]

In step S166, it judges whether a front node is a temporary track form repeater. If a front node is a temporary track form repeater, it will progress to step S168. If a front node is not a temporary track form repeater, it will progress to step S172. Here, since the front node 4#4 is a temporary track form repeater, it progresses to step S168. In step S168, although the temporary track form repeater of a front node is decided as a regenerative repeater, a node receiving location is not changed. In step S170, the settled difference of the amount decision value of noises of 3R sections and the amount of accumulation standardization noises is transferred to the amount decision value of noises of degree 3R section. It returns to step S156. For example, 3settled R sections are the section of the transmitting-side terminal office 2#1 and a node 4#4, the amount of accumulation standardization noises is 0.76, and since the settled difference of the amount decision value of noises of 3R sections and the amount of accumulation standardization noises is  $0.80 - 0.76 = 0.04$ , the amount decision value of degree noises is set to 0.84 which added difference 0.04 to the amount decision value 0.80 of noises in 3R sections calculated first.

[0040]

Hereafter, it is decided as a linear repeater and the receiving node 4#5 to 4#7 uses the receiving node 4#8 as a temporary track form repeater. Although the amount of accumulation standardization noises to segments 5-9 is set to 0.83 in step S156 about the receiving node 4#9 by using the receiving node 4#9 as a temporary playback linear repeater, since it is smaller than the amount decision value 0.84 of specification noises, the front node 4#8 is decided as a linear repeater, the current node 4#9 is used as a temporary track form repeater, and a node receiving location is moved to degree node 4#10. In a node 4#10, the amount of accumulation standardization noises to segments 5-10 is set to 0.99, since it is larger than the amount 0.83 of standardization noises, steps S166-S170 are processed, a node 4#9 is used as a regenerative repeater, and the amount decision value of noises of degree 3R section is set to  $0.80 + 0.84 - 0.83 = 0.81$ . Similarly, since

the amount of accumulation standardization noises of segments 10-14 is 0.81, a linear repeater is arranged to a node 4#10 to 4#14.

[0041]

Thus, the transfer to the amount decision value of standardization noises and the amount decision value of coarse sound volume of degree 3R section of the difference of the amount of accumulation standardization noises of 3settled R sections shows that the arranged number of regeneration is proper.

[0042]

[Effect of the Invention]

Since it becomes possible to perform a network design easily and quickly to various network information by standardizing beforehand a segment type, segment loss, and the amount of noises and the amount of noises which can be transmitted generated in each node according to the number of wavelength, and carrying out a transmission propriety judging according to this invention explained above, it is very useful practical.

Furthermore, the large cost cut by man day reduction of the menthene NANSU costs of a WDM lightwave transmission system and network designs is realizable with this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the principle Fig. of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the network-design equipment by the operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is the functional block diagram of the program in drawing 2 .

[Drawing 4] It is drawing showing the amount database of standardization noises in drawing 2 .

[Drawing 5] It is drawing showing the example of calculation of the amount of standardization noises.

[Drawing 6] It is drawing showing the amount of standardization noises at the time of segment loss reduction.

[Drawing 7] It is drawing showing the example of the number calculation of necessary regenerative repeaters.

[Drawing 8] It is drawing showing the example of the number calculation of necessary regenerative repeaters.

[Drawing 9] It is drawing showing the example of the number calculation of necessary regenerative repeaters.

<BR> [Drawing 10] It is drawing showing the amount decision value of noises of 3R sections.

[Drawing 11] It is a network design flow chart by the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing the example of equipment arrangement between the terminal offices.

[Drawing 13] It is drawing showing the number of regenerative repeaters arranged between the terminal offices, or the increasing example.

[Drawing 14] It is a network design flow chart by the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] It is drawing showing the example of equipment arrangement between the terminal offices.

[Drawing 16] It is the conventional network design flow chart.

[Drawing 17] It is drawing showing the example of equipment arrangement between the conventional terminal offices.

[Description of Notations]

30 The Amount Calculation Section of Specification Noises

32 The Number Calculation Section of Regenerative Repeater

34 Arrangement Section